

Requested Patent: JP11243653A

Title: PERMANENT MAGNET MOTOR ;

Abstracted Patent: JP11243653 ;

Publication Date: 1999-09-07 ;

Inventor(s):

NARITA KENJI; OKUDERA HIROYUKI; KASAI KOJI; FUKUDA YOSHIFUMI; SUZUKI TAKASHI ;

Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;

Application Number: JP19980057532 19980223 ;

Priority Number(s): JP19980057532 19980223 ;

IPC Classification: H02K1/27; H02K21/14 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To utilize the magnet torque and the reluctance torque of a permanent magnet motor and, further, reduce the cost of the motor. **SOLUTION:** One pole of the rotor core 10 of an inner rotor type permanent magnet motor is constituted of three permanent magnets 11, 12 and 13. The three permanent magnets are embedded along the respective sides of a triangle whose apex points to a center hole 14. Four such poles are embedded in the rotor core 10 on its circumferential direction at equal intervals. Flux barriers 16a, 16b, 17a, 17b, 18a and 18b are formed on both the end sides of the respective permanent magnets 11, 12 and 13, in order to prevent the short-circuit and leakage of the fluxes. Furthermore, gaps with predetermined widths are provided between the permanent magnets 11 and 12 embedded along both the sides of the triangle and the permanent magnet 13 buried along the bottom of the triangle to secure a flux paths (magnetic paths) from a stator core 1.

(19) 日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-243653

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月7日

(51) Int.Cl.⁶

H02K 1/27

識別記号

501

F I

H02K 1/27

501A

501C

501M

21/14

21/14

M

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全7頁)

(21) 出願番号

特願平10-57532

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月23日

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 奥寺 浩之

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 河西 宏治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

(74) 代理人 弁理士 大原 拓也

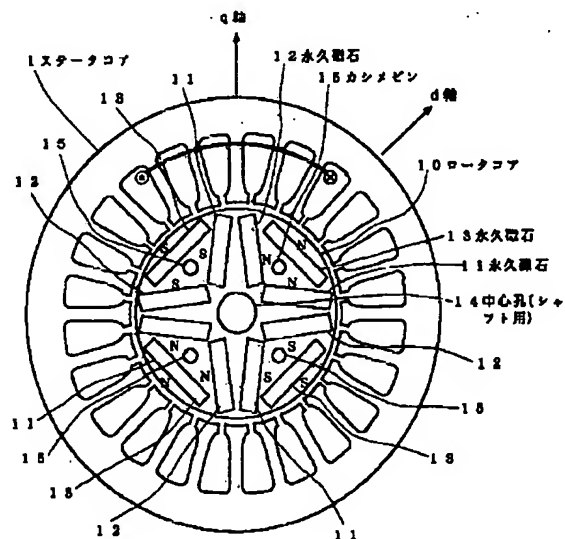
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石電動機において、マグネットトルクおよびリラクタンストルクを有効利用し、かつ低製造コスト化を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石電動機において、ロータコア10の1極を3個の永久磁石11、12、13で構成するとともに、この3個の永久磁石を中心孔14に頂点を向けた三角形の各辺に沿って埋設し、かつこの3個の永久磁石11、12、13を4極分だけロータコア10の円周方向に等間隔に埋設する。この永久磁石11、12、13の両端側には磁束の短絡、漏洩を防止するためのフラックスバリア16a、16b、17a、17b、18a、18bを形成する。また、三角形の両辺に沿った永久磁石11、12とその底辺に沿った永久磁石13との間を所定値だけ開け、ステータコア1からの磁束の路(磁路)を確保する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当りの永久磁石を複数個で構成するとともに、ロータコアには同数の永久磁石収納用の孔を設け、該複数個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた三角形の辺に沿って埋設し、該複数個の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設してなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当りの永久磁石を3個で構成するとともに、該3個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた三角形の各辺に沿って埋設し、該3個の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設し、前記永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成してなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項3】 前記各永久磁石は所定厚さの板状で、かつ同一形状であり、該永久磁石の磁化方向を広い側面に直角とし、前記三角形の両辺に沿った永久磁石の内側面と同三角形の底辺に沿った永久磁石の外側面とを同極にするとともに、当該極数を構成する磁極の隣接同士が異極になるようにした請求項1または2記載の永久磁石電動機。

【請求項4】 前記同三角形の両辺に沿った永久磁石と同三角形の底辺に沿った永久磁石との間を当該コアシートの厚さ（1枚の厚さ）以上、当該ステータコアの歯幅以下として前記ステータコアからの磁束の磁路を確保するようにした請求項1、2または3記載の永久磁石電動機。

【請求項5】 前記三角形の両辺に沿った永久磁石の両端部の近傍には橋絡部を形成するようにした請求項1、2、3または4記載の永久磁石電動機。

【請求項6】 前記各永久磁石の一側面の両隅を面とりし、かつ該各永久磁石の面とりした側面を前記ロータコアの内周側としてなるようにした請求項3、4または5記載の永久磁石電動機。

【請求項7】 前記永久磁石はフェライト磁石であり、該フェライト磁石によって囲まれた領域（前記三角形の内側領域）にはカシメピンを通してなる請求項1、2、3、4、5または6記載の永久磁石電動機。

【請求項8】 前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1、2、3、4、5、6または7記載の永久磁石電動機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石電動機に係り、特に詳しくはリラクンストルクを有効利用して高効率化を図

り、かつ低コスト化を実現する永久磁石電動機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この永久磁石電動機のインナーロータは磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）に永久磁石を埋設し、例えば1極当り1個の永久磁石をロータコア外径に沿って円周方向に極数分だけ等間隔に配置し、かつそれら隣接する永久磁石を異極とする。

【0003】ここで、永久磁石による空隙部（ステータコアの歯と永久磁石との間）の磁束分布が正弦波状になっているものとする、永久磁石電動機のトルク T は $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 \cdot (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、 T は出力トルク、 Φ_a は d 、 q 座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 L_d 、 L_q は d 、 q 軸インダクタンス、 I_a は d 、 q 座標軸上の電機子電流の振幅、 β は d 、 q 座標軸上の電機子電流の q 軸からの進み角、 P_n は極対数である。前記数式において、第1項は永久磁石によるマグネットトルクであり、第2の2項は d 軸インダクタンスと g 軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。なお、詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No 7, 1997の論文を参照されたい。

【0004】また、前記論文によると、各極の永久磁石を多層構造とすることにより、リラクタンストルクを有効利用することが記載されている。例えば、図6に示すように、ステータコア1内のロータコア2は断面円弧状の永久磁石3、4を1極当り2個配置し、つまり2層構造になっている。これは1層の場合と比較して、 d 軸インダクタンス L_d に対して、 q 軸インダクタンス L_q が大幅に大きくなり、これにより前記数式におけるパラメータのインダクタンス差（ $L_d - L_q$ ）の値が大きくなり、結果モータトルク T が大きくなる。このように、リラクタンストルクを有効利用すれば、モータトルク T の増大を図ることができる。詳細は、前記論文を参照されたい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記永久磁石電動機においては、マグネットトルクおよびリラクタンストルクの両方を利用し、しかもリラクタンストルクを増大することができるが、永久磁石3、4が断面円弧状であり、また永久磁石3、4の大きさが異なるため、永久磁石3、4の製造コストが高く、ひいては永久磁石電動機の高コスト化が避けられないという欠点がある。すなわち、永久磁石3、4の側面を曲線加工（研磨）しなければならず、かつ2種類の永久磁石3、4の金型を必要とするからである。

【0006】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は永久磁石の低製造コスト化を図り、特にリラクタンストルクを有効利用し、低コスト化および

高効率化を図ることができるようにした永久磁石電動機を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当りの永久磁石を複数個で構成するとともに、ロータコアには同数の永久磁石収納用の孔を設け、該複数個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた三角形の辺に沿って埋設し、該複数の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設してなることを特徴としている。

【0008】この発明はステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当りの永久磁石を3個で構成するとともに、該3個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた三角形の各辺に沿って埋設し、該3個の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設し、前記永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成してなることを特徴としている。

【0009】この場合、前記各永久磁石は所定厚さの板状で、かつ同一形状であり、該永久磁石の磁化方向を広い側面に直角とし、前記三角形の両辺に沿った永久磁石の内側面と同三角形の底辺に沿った永久磁石の外側面とを同極にするとともに、当該極数を構成する磁極の隣接同士が異極になるようにするとよい。前記同三角形の両辺に沿った永久磁石と同三角形の底辺に沿った永久磁石との間を当該コアシートの厚さ（1枚の厚さ）以上、当該ステータコアの歯幅以下として前記ステータコアからの磁束の磁路を確保するようにするとよい。前記三角形の両辺に沿った永久磁石（前記ロータコアの外径から内径に延びた永久磁石）の両端部の近傍には橋絡部を形成するようにするとよい。

【0010】前記各永久磁石の一側面の両隅を面とりし、かつ該各永久磁石の面とりした側面を前記ロータコアの内周側としてなるようにするとよい。前記永久磁石はフェライト磁石であり、該フェライト磁石によって囲まれた領域（前記三角形の内側領域）にはカシメピンを通してなるとよい。前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとすると好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図5を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石電動機は、インナーコアに埋設する永久磁石の断面を長方形（板状）とし、またその板状の永久磁石を同一形状とすれば、永久磁石の製造コストの低下が図れ、その永久磁石を1極当り複数個として三角形の辺に沿って配置すれば、ステータコアからの磁束の磁路を確保してリラクタンストルクの増大が図れるだけでなく、マグネットトルクもとれることに着目したものである。

【0012】そのため、図1および図2示すように、この三相四極の永久磁石電動機のロータコア（磁石埋込型界磁鉄心；以下コアと記す）10は、1極当り3個ずつ断面長方形の永久磁石（所定厚さの板状永久磁石）11、12、13を三角形の辺に沿って埋設している。この場合、三角形は例えば二等辺三角形で、その頂角を中心孔（シャフト用孔）14に向け、底辺をコア外径側としており、永久磁石11、12の配置は鈍角をなし、永久磁石11、13の配置および永久磁石12、13の配置は鋭角（同じ角）をなす。換言すれば、永久磁石11、12は開いたV字の形状に埋設され、永久磁石13はコア10の外周に沿って埋設されている。永久磁石11と永久磁石13および永久磁石12と永久磁石13との間は、コアシート10aの厚さ（1枚の厚さ）以上、ステータコア1の歯幅以下に離す（一例として1mm以上の間隔とする）。

【0013】各永久磁石11、12、13の磁化方向は広い側面方向（つまり厚さ方向）に行い、永久磁石11、12の内側面と永久磁石の外側面が同極（N極あるいはS極）になるように行う。また、永久磁石11、12、13を1極として等間隔に4極分を配置するとともに、これら永久磁石と隣接する極（4極）の永久磁石11、12、13は異極になるように着磁を行う。各永久磁石11、12、13によって囲まれた領域（三角形の内側領域；例えば中心）にはカシメピン15が貫通し、積層した複数のコアシート10aを固定している。なお、1極当り3個の永久磁石11、12、13を用いているが、これに限らず、つまり3個以上の板状の永久磁石を用いるようにしてもよい。

【0014】図3および図4を参照して具体的に説明する。なお、図中、図1と同一部分および相当部分には同一符号を付して重複説明を省略する。また、この永久磁石電動機は24スロットのステータコア1に三相（U相、V相およびW相）の電機子巻線を有し、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としていているが、スロット数や電機子巻線数が異なってもよい。ステータコア1内のロータコア10の各極は全く同一形状の永久磁石11、12、13で構成する。各永久磁石11、12、13の両端側には磁束の短絡、漏洩を防止するためのフラックスバリア用の孔16a、16b、17a、17b、18a、18bを設ける一方、永久磁石11の端部と永久磁石12の端部との間には橋絡部aを設け、永久磁石11とコア10の外周との間には橋絡部bを設け、永久磁石12とコア10の外周との間には橋絡部cを設ける。

【0015】図4の部分拡大図からも明かなように、各永久磁石11、12、13は断面長方形の同一形状であり、少なくとも一側面側の両隅を所定に（例えばC1だけ）面とりしてある。また、各永久磁石11、12、13の埋設に際し、永久磁石11、12については面とり

した側面を外向きとし(コア10の内周側とし)、永久磁石13については面とりした側面が内向きとしている(コア10の内周側としている)。すなわち、永久磁石11, 12, 13の形状を同一として1つの金型で済ませるためである。また、永久磁石11, 12と中心孔14との距離をできるだけ大きくし、その孔14にシャフトを圧入した際にその部分が変形したり、切れるのを防ぐためである。さらに、永久磁石11, 12と永久磁石13との距離をできるだけ大きくし、つまりステータコア1からの磁束の路(磁路)を十分に確保し、後述するq軸インダクタンスの増大に寄与するからである。

【0016】フラックスバリア用の孔16a, 17aは、強度補強のための橋絡部a(図4参照)を形成するように(つながらないように)、かつ中心孔14までの距離を考慮し、中心孔14に沿った形(例えばほぼ三角形)になるように形成している。同様に、フラックスバリア用の孔16b, 17bはコア10の外径方向に延びる形(例えばほぼ長方形)であるが、コア10の外周までの距離を考慮するとともに、永久磁石11, 12との間(強度補強のための橋絡部b, c; 図4参照)の距離を考慮し、その外周に沿った形になるように形成している。フラックスバリア用の孔18a, 18bは、永久磁石13がコア10の外周に沿って配置されることから、その外周までの距離を考慮し、かつ永久磁石13の面とり角度を考慮し、その外周に沿った形(例えばほぼ三角形)になるように形成している。

【0017】図5は、前記構成の永久磁石電動機について、磁気ベクトルのシュミレーションを行った結果を模式的に示したものである。なお、図5は図3と同一であることから、部分的に符号を付して他の符号を省略し、また電機子巻線についても部分的にだけ表している。磁気ベクトルのシュミレーションの結果によると、各永久磁石11, 12, 13の配置による磁束(図5の波線矢印参照)dの発生からも、マグネットトルクの有効利用が従来と同等あるいはそれ以上可能であることの確証を得ることができ、永久磁石11, 12, 13として希土類磁石を用いずとも、フェライト磁石で必要なマグネットトルクの発生を見ることができ、また、ステータコア1からの磁束の路(磁路; 図5の実線矢印参照)eに対して永久磁石11, 12, 13の介在しない領域が存在し、しかもその幅をステータコア1の歯幅とすることにより、q軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはd軸とq軸のインダクタンス差が大きくなり、当該モータのリラクタンストルクの増大が従来と同等あるいはそれ以上可能であることの確証を得ることができ、

【0018】このように、1極当たり3個の板状の永久磁石11, 12, 13を三角形の辺に沿って配置し、またフラックスバリア用の孔16a, 16b, 17a, 17b, 18a, 18bを適切に設けることにより、マグネ

ットトルクおよびリラクタンストルクを有効利用することができる。また、磁束の短絡、漏洩を防止することができ、ひいてはモータの高効率を図れ、しかも安価なフェライト磁石を用いることにより、コスト低下を図れる。

【0019】さらに、板状の永久磁石11, 12, 13は直線加工(研磨)でよいことから、製造コストが易く、また安価なフェライト磁石を用いることで低コストを図れ、しかも各永久磁石11, 12, 13を同一形状としたことにより、金型が1つでよく、つまり製造コストがより安価になり、ひいては低コストで高効率のモータを実現することができる。さらにまた、永久磁石11, 12の両端部側には橋絡部a, b, cを設けていることから、コアシート10aの破損もなく、またカシメピン15を十分に通せることから、ロータコア10の歪みもなく、ひいては故障等の原因の発生も防止することができる。

【0020】ところで、ロータコア10の製造においては、コアプレス金型を用いて自動プレスで電磁鋼板を打ち抜き、金型内でカシメピン15を貫通してかしめて一体的に形成するコア積層方式(自動積層方式)を採用する。

【0021】このプレス加工工程では、中心孔14、カシメピン15、永久磁石11の孔、フラックスバリア用の孔16a, 16b、永久磁石12の孔、フラックスバリア用の孔17a, 17b、永久磁石13の孔およびフラックスバリア用の孔18a, 18bを打ち抜くが、永久磁石11の孔とフラックスバリア用の孔16a, 16b、永久磁石12の孔とフラックスバリア用の孔17a, 17b、永久磁石13の孔とフラックスバリア用の孔18a, 18bはそれぞれ1つの孔として打ち抜く。そして、図2に示すように、自動的にプレス、積層したコアシート10aをカシメピン15でかしめた後、永久磁石11, 12, 13の孔にフェライト磁石等を収納して蓋をし、かつ永久磁石11, 12, 13を着磁する。

【0022】このように、既に利用されている自動積層方式によってロータコア10を製造することができることから、製造能率を落とすことなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済む。また、前述により形成されるロータコア10を組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、空気調和機のコスト低下を図ることができ、しかも空気調和機の性能アップ(運転効率の上昇、振動や騒音の低下)を図ることができる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石電動機の請求項1記載の発明によると、ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当たりの永久磁石を複数個で構成するとともに、この複数個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた

三角形の辺に沿って埋設し、この複数の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設してなるので、当該ステータコアからの磁束の路（磁路）を確保することが可能であり、ひいてはd軸とq軸のインダクタンス差を大きくしてリラクタンストルクの増大を図り、リラクタンストルクを有効利用することができる。しかも、1極当たり複数個の永久磁石を用いることから、マグネットトルクの有効利用の効果もあり、ひいては当該モータの高効率化を図ることにもなる。

【0024】請求項2記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアの1極当たりの永久磁石を3個で構成するとともに、この3個の永久磁石を前記ロータコアの中心孔に頂点を向けた三角形の各辺に沿って埋設し、この3個の永久磁石を当該極数分だけ前記ロータコアの円周方向に等間隔に埋設し、前記永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成してなるので、当該ステータコアからの磁束の路（磁路）を確保することが可能であり、つまりd軸とq軸のインダクタンス差を大きくしてリラクタンストルクの増大を図り、リラクタンストルクを有効利用することができる。また、1極当たり3個の永久磁石を用いることから、マグネットトルクの有効利用の効果もあり、しかもフラックスバリアによって磁束の短絡、漏洩を防止することができる効果があり、ひいては当該モータの高効率化を図ることにもなる。

【0025】請求項3記載の発明によると、請求項1または2における各永久磁石は、所定厚さの板状で、かつ同一形状であり、この永久磁石の磁化方向を広い側面に直角とし、前記三角形の両辺に沿った永久磁石の内側面と同三角形の底辺に沿った永久磁石の外側面とを同極にするとともに、当該極数を構成する磁極の隣接同士が異極になるようにしたので、請求項1または2の効果に加え、永久磁石の製造コストが安価に済み、しかも同一形状の永久磁石を製造すればよいことから、金型が1つでよく、つまり永久磁石の製造コストがより安価になるという効果がある。

【0026】請求項4記載の発明によると、請求項1、2または3において前記同三角形の両辺に沿った永久磁石と同三角形の底辺に沿った永久磁石との間を当該コアシートの厚さ（1枚の厚さ）以上、当該ステータコアの歯幅以下として前記ステータコアからの磁束の磁路を確保するようにしたので、請求項1、2または3の効果に加え、当該ステータコアからの磁束の路（磁路）を十分に確保することができ、つまりd軸とq軸のインダクタンス差を大きくしてリラクタンストルクの増大を確実に図り、その結果、リラクタンストルクを確実に有効利用することができるという効果がある。

【0027】請求項5記載の発明によると、請求項1、2、3または4において前記三角形の両辺に沿った永久

磁石の両端部の近傍には橋絡部を形成するようにしたので、請求項1、2、3または4の効果に加え、当該コアシートの強度を高めることができ、ひいてはロータコアの不良を防止することができるという効果がある。

【0028】請求項6記載の発明によると、請求項3、4または5において前記各永久磁石の一側面の両隅を面とりし、かつこの各永久磁石の面とりした側面を前記ロータコアの内周側としてなるようにしたので、請求項3、4または5の効果に加え、シャフト用の中心孔にシャフトを装着した際、当該コアシートの部分が変形したり、切れるのを防ぐことができ、ひいては当該モータ製造の歩留まりを高めることにもなるという効果がある。

【0029】請求項7記載の発明によると、請求項1、2、3、4、5または6における永久磁石はフェライト磁石であり、このフェライト磁石によって囲まれた領域（前記三角形の内側領域）にはカシメピンを通してなるので、請求項1、2、3、4、5または6の効果に加え、希土類磁石より安価に済み、つまり当該モータの低コスト化を図ることができる。また、カシメピンを適切に配置することで当該コアシートを適切に固定することができ、ひいては当該モータの高精度化の向上を図ることができるという効果がある。

【0030】請求項8記載の発明によると、請求項1、2、3、4、5、6または7においてロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1、2、3、4、5、6または7の効果に加え、そのDCブラシレスモータを空気調和機等のコンプレッサ等に用いれば、コストをアップすることなく、空気調和機等の機器の性能アップ（運転効率の上昇、トルクの増加）を図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態を示す永久磁石電動機の概略的平面図。

【図2】図1に示す永久磁石電動機を構成するロータコアの概略的断面図。

【図3】この発明の実施の形態を具体的に示す永久磁石電動機の概略的平面図。

【図4】図3に示す永久磁石電動機を構成するロータコアの概略的拡大平面図。

【図5】図3に示す永久磁石電動機の磁界解析結果の概略的模式図。

【図6】従来の永久磁石電動機ロータの概略的平面図。

【符号の説明】

1 ステータコア

10 ロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）

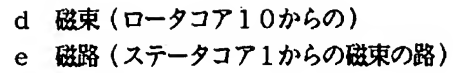
10a コアシート

11, 12, 13 永久磁石（板状のフェライト磁石）

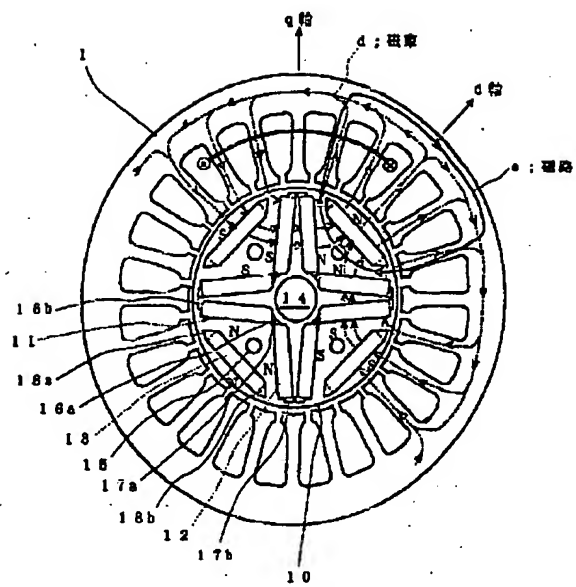
14 中心孔（シャフト用）

15 カシメピン

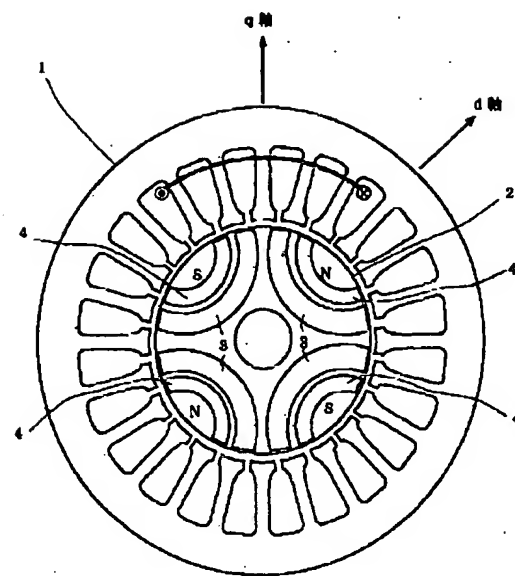
16a, 16b, 17a, 17b, 18a, 18b 孔



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 好史
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

(72)発明者 鈴木 孝史
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内